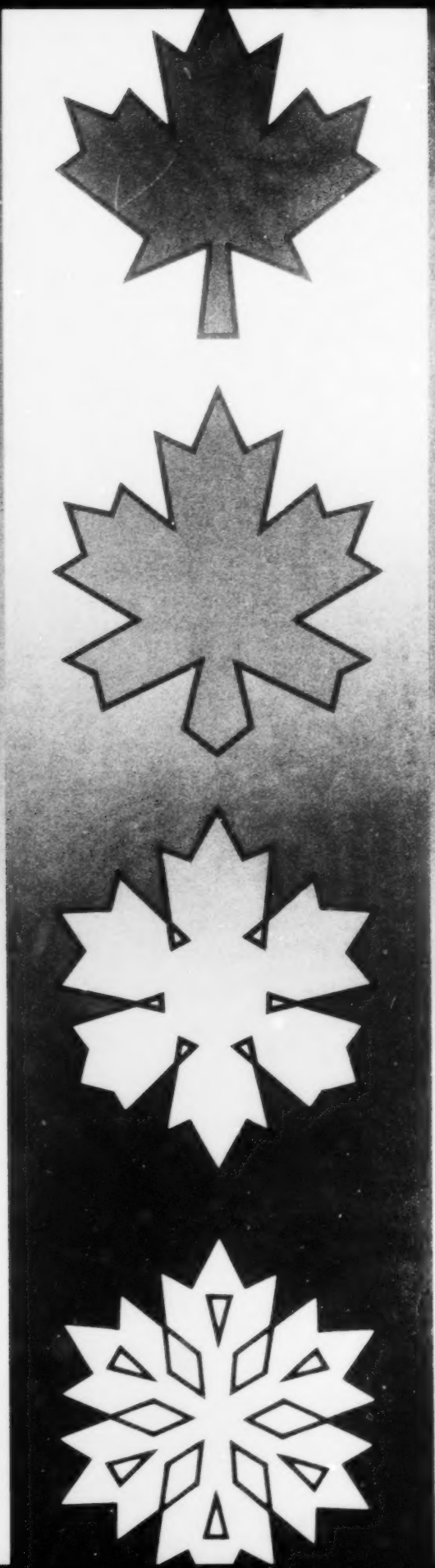
Environment Canada Environnement Canada

CLIMATE CHANGE DIGEST

Global Warming: Implications for Canadian Policy

CCD 92-01



Canada

CLIMATE CHANGE DIGEST

CCD 88-02 Preliminary Study of the Possible Impacts of a One Metre Rise in Sea Level at Charlottetown, Prince Edward Island

CCD 88-03 Implications of Climate Change for Downhill Skiing in Quebec

CCD 88-04 Economic Perspectives on the Impact of Climate Variability and Change: A Summary Report

CCD 88-05 Implications of Climatic Change for Tourism and Recreation in Ontario

CCD 88-06 Estimating Effects of Climatic Change on Agriculture in Saskatchewan, Canada

CCD 88-07 Socio-Economic Assessment of the Physical and Ecological Impacts of Climate Change on the Marine Environment of the Atlantic Region of Canada - Phase I

CCD 88-08 The Implications of Climate Change for Natural Resources in Quebec

CCD 88-09 CO_2 Induced Climate Change in Ontario: Interdependencies and Resource Strategies

CCD 89-01 Climate Warming and Canada's Comparative Position in Agriculture

CCD 89-02 Exploring the Implications of Climatic Change for the Boreal Forest and Forestry Economics of Western Canada

CCD 89-03 Implications of Climatic Change for Prince Albert National Park, Saskatchewan

CCD 89-04 Implications of Climate Change on Municipal Water Use and the Golfing Industry in Quebec

CCD 89-05 The Effects of Climate and Climate Change on the Economy of Alberta

CCD 90-01 Implications of Climate Change for Small Coastal Communities in Atlantic Canada

CCD 90-02 The Implications of Long-Term Climatic Changes on Transportation in Canada

CCD 91-01 Climate Change and Canadian Impacts: The Scientific Perspective

CCD 92-01 Global Warming: Implications for Canadian Policy

Environment Canada Environnement Canada

GLOBAL WARMING: IMPLICATIONS FOR CANADIAN POLICY

Prepared for

Climate Change Digest
Atmospheric Environment Service

by

C. Ian Jackson
The Institute for Research on Public Policy

This Report Contributes to State of Environment Reporting

This paper contains a minimum of 50% recycled fibres,
including 10% post-consumer fibres.

DISCLAIMER

This publication contains the summary results of a study conducted by the Institute for Research on Public Policy, under contract to the Canadian Climate Centre. The views and opinions expressed herein are those of the author and do not necessarily state or reflect those of the Government of Canada or any agency thereof.

Single copies of this publication may be obtained, free of charge, by writing to the:

Climate Services Division
Canadian Climate Centre
4905 Dufferin Street
Downsview, Ontario
M3H 5T4

(416) 739-4331/4328

To purchase copies of the complete report, write to:

The Institute for Research on Public Policy
250 Albert Street
Ottawa, Ontario
K1P 5E6

Published by Authority of the
Minister of the Environment

© Minister of Supply and Services
Canada 1992

Catalogue No. En57-27/1992-01
ISBN 0-662-58170-9
ISSN 0835-3980

92-07638/

INTRODUCTION

Previous issues of this publication have reported on the results of studies to investigate the potential impacts of climate warming on Canadians. A list of earlier titles in this series appears on the inside front cover.

Unlike all or most of the summaries previously published in this Climate Change Digest series, this report was not based on new research. Instead, the findings of earlier Canadian impact studies were reviewed, in terms of their implications for public policy, across a wide spectrum of regions and economic sectors.

The original study was completed in September 1990, prior to the Second World Climate Conference and subsequent international negotiations leading to a Global Warming Convention. The Government of Canada's "Green Plan", which includes policy and action initiatives on global warming, also appeared after this work was completed. These developments, and recent research on global warming are, therefore, not reflected in the text of this digest, or of the longer study on which this summary is based. Nevertheless, both the author and the Canadian Climate Centre believe that this review remains very relevant to the present situation. Indeed, it provides an overall context for the developments that are now taking place, and for others that will be required in the future.

A Summary of

GLOBAL WARMING: IMPLICATIONS FOR CANADIAN POLICY

1. STUDY HIGHLIGHTS

- The scientific evidence for global warming caused by greenhouse gas emissions of human origin, and for severe effects on global climate and sea level, justifies urgent action by Canada and other nations to limit or reduce such emissions. However, the effects of global warming on specific regions of Canada, or on individual sectors of economy or society, are much more uncertain at present. Sectors with long future time-frames, such as forestry and major construction, may need to develop and adopt adaptation policies immediately. In other sectors, however, proposals for policies and action to assist adaptation to the anticipated effects of global warming may be premature.

- Federal and provincial governments, and energy utilities, are exploring ways to limit greenhouse gas emissions in energy production. However, present understanding of the direct effects of global warming on energy production, and on future energy demand, depends on a limited basis of research.

- It is anticipated that crop production on the Canadian Prairies will become more vulnerable to drought, as slight increases in precipitation are outweighed by substantial rises in potential evapotranspiration. Opinion is divided on whether the industry will adapt easily to changed conditions. More study is needed of anticipated effects of global warming (and other probable changes) on the international market for agricultural products in which Canada competes.

- A recent Environment Canada study suggests that ecoclimatic conditions favouring the boreal forest may be virtually eliminated west of Quebec by 2050. Fire is likely to be a major factor for change and may be uncontrollable throughout much of the present boreal forest zone. Meanwhile, burned areas have shown a marked increase during the 1980s.

- Studies of the effects on transportation in Canada have been limited and largely superficial up to the present, possibly because of an instinctive feeling that the effects of global warming will be mainly beneficial. Particularly desirable are studies of costs and benefits in major urban areas, and of the impact on Arctic marine transportation (including but not limited to the Northwest Passage).

- There have been few attempts to examine the overall potential effects of global warming at the regional (e.g. provincial or territorial) level. This is understandable

in view of the many uncertainties; however, the overall effects on society and the economy may well be more important than the impact on individual sectors.

- Seasonal sea ice distribution may be drastically reduced in Arctic Canada, with implications for Canadian sovereignty and for commercial use of the Northwest Passage. Sea-ice characteristics and distribution deserve higher priority in Canadian research on global warming than they have at present, because of their significance for both scientific understanding and potential socioeconomic consequences. In view of the major changes in distribution anticipated by global climate models (GCMs), a new approach to sea ice monitoring may be desirable.

- Canadian research and policy development on global warming should continue to evolve within the international and intergovernmental framework that has developed during the last decade. Some of the pioneering impact studies undertaken during the 1980s may need to be reviewed or reworked in the light of recent findings from "second generation" GCMs, such as the Canadian Climate Centre model.

2. INTRODUCTION

Unlike all or most of the summaries previously published in this Climate Change Digest series, this report is not based on new research on the potential effects of global warming. Instead, an attempt has been made to review the findings of earlier Canadian impact studies in terms of their implications for public policy, across a wide spectrum of regions and economic sectors.

Most of the factual statements, and many of the judgements and conclusions, contained in this summary are based on, or taken directly from, these earlier impact studies. Sources have been listed in detail in the full report but, to save space here, are provided only for direct quotations.

Using policy implications as the prism through which to review the many impact studies undertaken during the past decade presents a special difficulty. It is one thing to undertake policy-relevant research, but another to depend on that research as a basis for policy formulation. To a very large extent, the impact studies previously undertaken have been "What if?" studies; that is, they have asked the general question: "If the scenarios of future climate and sea level provided by global circulation models are reliable, what are the social and economic impacts likely to be?" When the findings of such impact studies are then used to urge the need for public policy and action, the policymaker is entitled to ask - indeed, is obliged to ask - what assurance exists that the scenarios, and the impacts studies themselves, are reliable.

It is convenient to think of the transition from science to action in regard to global warming as involving four main stages:

Concentration of Atmospheric Gases --> Global Climate Models --> Socio-Economic Impacts --> Policy Responses

Although uncertainties exist at all stages in this progression, there is little doubt about the changes occurring in the composition of the atmosphere. At the second stage, the primary difficulty (in the present context) is that, for a number of reasons, GCMs cannot reliably forecast the future climates of specific areas (e.g. southern Saskatchewan, the Niagara peninsula, Newfoundland). Most impact studies, however, are necessarily location-specific to a substantial extent; they are concerned with such activities as wheat-growing on the prairies; electricity generation on the Niagara and St. Lawrence Rivers; and permafrost melting in the Mackenzie Valley.

In addition to this uncertainty about regional climate, impact studies themselves usually need to adopt, to a greater or lesser extent, to what has been described as the "EERE assumption": that "everything else remains equal". For example, a study of the effects of changing climate on prairie wheat production must assume that many characteristics of wheat farming (crop types, farm organization, external markets, transport systems, land prices, etc.) remain similar to those at present, during the period in which the climate changes.

The only alternative to the "EERE assumption" would be to hypothesize changes in these characteristics, but this would only add to the uncertainty. The policymaker, however, is aware that societies and economies do change significantly over the three to four to five decades that are the usual framework for climate impact studies. That period, for example, is about the time taken for the transition from the horse to the automobile earlier this century. The full implications of such profound changes are impossible to foresee: this is true of the information revolution that Canada and other countries are experiencing now.

For these and similar reasons, therefore, the implications for public policy of the impact studies reviewed in this report are intriguing rather than compelling. The studies have been extremely valuable in demonstrating the pervasive and diverse effects that global warming is likely to have throughout the Canadian economy and society. They have identified many areas where present knowledge is weak; they have highlighted problems where public policy and action may be needed to compensate for the effects of market forces, changes in individual behaviour, new attitudes and new generations. In some cases (e.g. forestry or new construction with a useful life measured in decades), it may already be desirable, through design changes, alterations in present practice, or other ways, to insure against the types of change indicated by current scenarios. Overall, however, the uncertainties inherent in such impact studies are often too great at present for them to be used as justification for policies and actions to enable regions, economic sectors or individual Canadians to adapt to changing climate and sea-level.

These reservations, however, do not apply to the other principal directions for public policy and action: efforts to limit or reduce greenhouse gas emissions so as to arrest, delay or reduce global warming. Such efforts need to be global in scope to be effective, and at the global level the scientific evidence in support of such action is compelling. Elimination of the main uncertainties at the global level has been the principal achievement of the 1980s. There seems good reason to anticipate that the coming decade will see substantial progress in reducing (though not eliminating) similar uncertainties at the regional level with which this report is primarily concerned.

3. AGRICULTURE

Seven crops account for over 80% of all improved farmland in Canada: wheat, oats, barley, grain corn, canola (rapeseed), potatoes and tame hay. Wheat now accounts for almost half the cropped area. The three prairie provinces accounted for 71% of the total agricultural area in 1971 and 81% in 1986. About 80% of the wheat crop is exported. The effects of global climate change on crops in other countries may be as important for Canadian agricultural markets (imports as well as exports) as those that affect the Canadian crop climate directly.

The overall climatic controls that largely determine the broad pattern of agriculture in Canada are temperature and potential evapotranspiration. In Saskatchewan, the average time required to mature spring wheat is between 86 and 98 days; south of 53°N the growing season varies between 100 and 120 days. Much of this area, especially in the south and west of the province, is relatively dry, with average precipitation in the growing season between 180 and 240 mm. Williams et al have observed that

> Without any fundamental change in climate Saskatchewan agriculture can expect an occasional year ... with moisture resources so reduced that crop production is only about 25% of normal, the potential for wind erosion is doubled, and losses to the agricultural economy exceed $1.8 billion and 8000 jobs.[1]

Four types of effects of global warming on agriculture can be anticipated:

- the direct physiological effect of increased carbon dioxide and other greenhouse gases on crops and weeds;
- effects caused by changes in climate;
- effects on land use of changes in sea level;
- indirect effects on Canadian agriculture of changes in world agricultural markets induced by the global pattern of climate change.

Most impact studies to date have focused on the second of these, although the other effects have been briefly considered. Working Group 2 of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) noted that increased CO_2 is likely to benefit so-called C3 plants (trees, wheat, rice, barley, root crops and legumes) more than C4 crops (including corn), especially as many weeds are C4 plants that attack C3 crops.

Studies of future climate effects (normally assuming a doubling of CO_2-equivalent by about 2030) have suggested analogues for Canada in present-day climates farther south. Southern Ontario may have a climate comparable to southern Illinois, Indiana and Ohio; Saskatchewan that like Nebraska; and Alberta to Colorado. In both Ontario and the Prairies, however, summer drought and increased variability in precipitation are regarded as significant threats to future agriculture. In Saskatchewan, for example, it is suggested that

> the frequency of drought months would be increased by a factor of 3 to 10, drought duration would be longer and more severe, and ... the return period of drought and severe drought events would be halved.[2]

This would have severe repercussions on employment and provincial economies.

Most of these impact studies were, however, based on GCM outputs from the mid-1980s, having relatively coarse spatial grids and other weaknesses. It has been noted, for example, that the three main models available at that time all failed to simulate present (1 x CO_2) precipitation in Alberta accurately, indicating higher amounts in the south than in the north. The significance of the future climate projections has also been disputed; one economic analysis suggested that relatively minor adjustments in farming practices would be sufficient to diminish or eliminate the negative effects.

A significant extension of Canadian agriculture northwards as temperatures rise seems unlikely, since neither soil nor economic factors are likely to be favourable. Climatic amelioration may, however, favour vegetable and other crops grown for local markets in marginal areas.

Recent droughts and other extreme weather phenomena have helped to make global warming, and the prospect of significant climate change, widely known in the agricultural community. The short, often annual, cycle of production suggests that overall adjustment may be relatively easy if required; however, wide variations in response and timing can be anticipated among the 300,000 family farms throughout Canada, and individual hardships may be expected. Meanwhile, the federal and provincial governments are engaged in the most comprehensive review of agricultural policy ever undertaken in Canada. If this review includes an estimate of future demand for agricultural products, and especially of the amount of land likely to be required for agriculture, this would be a significant contribution to the knowledge base required to develop policies taking account of changing climate and sea level.

4. FORESTS AND FOREST PRODUCTS

Canada's forested area, especially the vast northern boreal forest zone, has a dual importance for climate change policy. The effect of global warming could cause profound changes in the character and distribution of the forests, within the lifetime of a single tree or stand. At the same time, forests are major sinks of atmospheric carbon dioxide, and hence have a potentially important role in efforts to limit global warming.

Just under half the land area of Canada consists of forests (4.4 of 9.2 million km^2), and one third of land area is boreal forest. By the early 1980s, about 7.4% of the labour force depended on the forest economy; in 1986, forest products accounted for about 14.5% of Canadian exports by value.

The boreal forest has been described as "a fire- and insect-dominated system", and it has been suggested that the northern limits of the forest may be determined more by fire than by climate directly. Fire may also be an important "switch mechanism" by which the forest responds to changing climate. The incidence of fires in Canadian forests increased sharply in the 1970s and 1980s and the 6.4 million hectares burned in 1989 was the highest annual total ever recorded.

Early in 1990, Environment Canada published maps of the major ecoclimatic provinces of non-cordilleran Canada for the present climate, and for the changed climate of 2050. The differences are dramatic. The future Boreal Forest zone is halved in area and, west of James Bay, is reduced to three small and widely separated areas. The maps also suggest that the boreal forest would migrate northwards, but the natural migration capacity of boreal species (1-40 km per century) is one or two orders of magnitude less than the projected changes in climate.

Apart from its potential role in altering ecosystems under a changing climate, fire is the most effective way of converting biomass into atmospheric CO_2. The prospect of uncontrolled fires throughout the circumpolar boreal forest zone is, therefore, very relevant to efforts to limit greenhouse gas emissions. However, it has been argued that fires may ultimately lead to increased biomass fixing of CO_2, since only a portion of the biomass is actually consumed in a forest fire, and the fire is followed by regeneration. If it was found necessary to limit fires in the boreal forest beyond the areas of present commercial significance, this would have major policy and resource implications for Canada.

Away from the boreal forest, it has been suggested that several commercial tree species, including Douglas fir, may be at risk because of the lack of winter cold sufficient to meet the "chilling requirement" of such species. It may be desirable, within the next decade, to relocate some tree nurseries in southwest British Columbia and adjacent U.S. states.

In view of the major changes in forest distribution and composition that could result from global warming, and the several decades required for Canadian forest species to achieve maturity,

policies and actions that take global warming into account seem much more urgent for the forest sector than for agriculture. Despite the immense uncertainties about the future climate impacts, many "adaptation" policies may be desirable anyway, independent of climate change. Since much of Canada's productive forest is owned and administered in huge blocks, policies and actions could be implemented on a large scale.

The actions needed can generally be summed up as "forest management": making it more intensive where it already exists, and introducing it where it does not. Techniques include short rotations, control of species, provenance and density, regular thinnings, advanced methods of fire and pest control and, where possible, the adoption of tree-breeding programs that take into account the climatic conditions likely to be experienced during the life of the stand. Meanwhile, technologies and human resources used in the forest products industries should be managed in ways that recognize and provide for the possibility of major changes in forest resources in coming decades.

5. FISHERIES

Climate, and changes of climate, have major implications for both freshwater and marine fisheries. As K. Yuen of Fisheries and Oceans Canada has noted recently,

> The key climate issue facing fisheries in Canada is not sea level rise, but the changes in water temperatures, in circulation patterns, wind-induced upwelling and other factors that will determine the future distribution, recruitment and production of fish. This has major implications for national and international resource management strategies and agreements, fishing industrial strategies and regional economics.[3]

Because of the intimate physical and dynamical linkages between the atmosphere and the oceans, especially at their interface, climate is in many ways the controlling influence on the distribution of species and the productivity of fisheries. The same is true of freshwater fisheries, for example, in the Great Lakes. Additionally, spawning areas in streams and wetlands are extremely vulnerable to changes in precipitation and run-off.

Despite the potential significance of global warming for the fisheries resource, enormous knowledge gaps need to be filled if general statements such as those above are to be developed into effective long-term policies. Briefly stated, very little is known about the relationship between physical oceanography and fisheries under the present climate; until that deficiency is remedied there seems to be little value in speculating on the possible effects of climate changes.

The situation is better with regard to freshwater fisheries, especially in the Great Lakes. Many years of scientific

investigation, and the adoption since 1978 of an ecosystem approach to Great Lakes water quality, make it possible to consider climate change both qualitatively and quantitatively as an additional factor shaping the character and distribution of fish stocks.

On the West Coast, however, according to McBean et al,

> ... it appears that at least a decade of observations, theoretical development and model testing will be necessary before anything but broad speculations may be expressed about the impact of a possible global climate change on oceanographic conditions on the coast of British Columbia.[4]

In Atlantic Canada, the failure of the management strategy for cod stocks adopted during the 1980s, and the consequent collapse of the cod fishery at the end of the decade, are effective testimony of the weak scientific understanding of the relationship between oceanography and the fisheries. That situation is being remedied, but again a decade seems the minimum amount of time before global warming can be factored into the problem in any way comparable to what is already feasible in the Great Lakes.

Meanwhile, it is clear that, as elsewhere, everything else will not remain equal. In particular, aquaculture is expanding rapidly. From representing only 3 per cent of the landed value of Canadian fisheries in 1987, it may reach 25 per cent by the end of the century and it has been suggested that aquaculture could predominate over the traditional capture fisheries by 2030. This expansion could be assisted significantly by reductions in winter ice-cover in the Gulf of St. Lawrence, associated with global warming.

6. SOVEREIGNTY, DEFENCE AND GEOPOLITICS

In recent years, reflecting both long-standing traditions and the 1987 Defence White Paper, Canadian military activity has concentrated on four main themes: the North Atlantic Treaty Organization (NATO), sovereignty, peacekeeping, and assistance to the civil power. In the present world situation, the future of Canada's NATO role, and NATO itself, are very much in doubt. Each of the other roles, however, is liable to be affected by global warming and consequent climate change, both within Canada and in other parts of the world.

In Arctic Canada, the status of the water areas within the Arctic archipelago remains in question. The United States, for example, considers the Northwest Passage to be an "international strait", whereas Canada regards it as "internal waters". As long as ice continues to prevent the use of these waters for commercial or similar navigation, the issue is a minor one; if global warming brings major reductions in Arctic sea ice, Canada may need to assert its claim of internal waters by the definition of straight baselines, and then maintain its sovereignty through provision of a wide range of marine and land-based services.

Canada has participated in every peacekeeping operation that has taken place under United Nations auspices. Several experts, in Canada and elsewhere, have suggested in recent years that major international crises may develop as a consequence of global warming. According to Hampson, the threats include:

> ... loss of life and homes; famine and pestilence, along with more refugees; intensified economic problems and conflicts; threatened national survival; and the possible collapse of international order. The social, economic and political consequences of climatic change will be global in scope, with profound implications for every country in the world.[5]

It is impossible to predict where or when such crises would involve Canadians in peacekeeping, but the prospect of such involvement is high, given Canada's long-standing policy in support of these activities.

The civil assistance role of the military is now limited mainly to emergencies. One potential and large-scale role is fire-fighting in the boreal forest zone. If, as indicated earlier, the overall frequency of fires increases steadily with global warming, especially in old growth areas in the remote northern parts of the forest, the situation could become virtually unmanageable in individual years. Whether such fires should be fought is a policy issue for forest and environmental scientists and politicians to determine. If it is decided that major fires should be fought, it may be desirable to define a role for the military and to include appropriate equipment and training in future military planning.

Another civil assistance role may need to expand. The surveillance provided in the 200-mile Extended Fishing Zone in the Atlantic and Pacific Oceans may gradually expand into the Arctic Ocean if ice distribution changes markedly.

Although most of these new or expanded needs - in sovereignty, peacekeeping and civil assistance - are prospective rather than imminent, they do suggest the desirability of relevant monitoring and research. For example, in the past it had been assumed that the Northwest Passage was and would remain impractical for regular navigation. Little attention therefore needed to be given to monitoring actual conditions from year to year. If, however, it is envisaged that conditions for regular seasonal navigation would gradually develop, it would be valuable to establish a monitoring program to provide background data e.g., heavy and light ice years, the effect of different weather systems etc., so as to identify problems and opportunities that may be important in the future. Such rethinking may be extended to other ice-affected navigation routes and to many characteristics that have been taken for granted, especially in northern Canada. Ice, snow and the associated climate have effectively constrained Canadian and international interest in high latitudes; the implications of major

changes in these elements have yet to be explored effectively. What happens when the Arctic Ocean ceases to be a northern barrier and becomes a Mediterranean sea instead?

7. ENERGY

The National Energy Board estimated in 1986 that Canadian energy demands in 1990 would be met as follows (1980 percentages in parentheses): petroleum 36% (51); natural gas 29% (21); coal and coke 12% (12); hydroelectricity 12% (10%); nuclear electricity 4% (2); other sources 7% (4). Transportation accounts for almost 70% of the petroleum used for energy in Canada. Ten per cent of industrial energy needs are met by coal; otherwise the market for coal is limited essentially to thermal generation of electricity.

Significant regional differences in energy consumption across Canada are evident in industrial uses and electricity generation. Industrial demand reflects well known location preferences; e.g. aluminum smelting using cheap electricity in Quebec, the steel industry using imported American coal in southern Ontario. In electricity generation the contrasts are extreme, with implications for the regional incidence of efforts to limit greenhouse gas emissions. Four provinces (Newfoundland, Quebec, Manitoba and British Columbia) depend almost exclusively (>95%) on hydroelectricity, whereas Alberta generates 92% of its electricity from coal and another 3% from gas. Saskatchewan (68%) and Nova Scotia (81%) are also coal dependent, and coal accounts for about 20% of the electricity generated in New Brunswick/Prince Edward Island and Ontario.

Canada's per capita energy consumption of 260 gigajoules (GJ) in 1984 is significantly above the average of 150-200 GJ for industrial countries, or the world average of 66 GJ. Historically, low energy prices and severe winters are part of the explanation; there is, for example, an almost linear correlation between mean monthly air temperature and monthly electricity demand in southern Ontario. This, however, is mainly a reflection of a building stock and behaviour patterns created over a long period in which energy costs were a trivial item; the scope for energy conservation in residential and other secondary uses is considerable.

There has been some study of the effect on hydroelectric generation of diminished flows in the Niagara and St. Lawrence rivers resulting from global warming, but little consideration of other possible effects on access to energy. These include the impact of changes in sea-ice distribution and iceberg survival on offshore operations in the Atlantic and Arctic Oceans, and the effect of increases in the depth of the active layer of the permafrost on pipelines. More attention should be given to possible changes in energy demand. It has been suggested, for example, that in southern Ontario and Quebec, reduced winter heating demands would be offset by increased summer cooling demands, producing a large seasonal variation demand around a summer peak (at present Ontario Hydro, for example, has a relatively flat annual curve, with maximum demand in winter).

In recent years, following the 1988 Toronto Conference on "The Changing Atmosphere", there has been increasing dialogue between energy and environment experts, within a federal-provincial policy context. The main objective is the preparation of a "comprehensive national action strategy to address global climate change" for consideration by federal and provincial ministers late in 1990.

A recent discussion paper prepared by the federal Department of Energy, Mines & Resources (1990) suggested that "There are five general responses which can be adopted to reduce or offset the atmospheric emissions associated with the combustion of fossil fuels". These are:

- installation of control technologies
- increasing energy efficiency
- improving fuel quality
- fuel switching
- creating carbon "sinks".

It may be significant that this list does not identify "energy conservation" as a general response. Improved residential insulation or vehicle mileage would presumably be regarded as "increasing energy efficiency". The same discussion paper identifies a number of short-term actions, under federal jurisdiction, that could reduce Canadian CO_2 emissions by about 35 to 50 megatonnes by the year 2000. To stabilize emissions at the 1990 level by that date would require additional reductions of 38 to 53 megatonnes.

8. TRANSPORTATION

Like the energy sector, transportation is potentially affected by global warming and climate change in two main ways: by the effect of these changes on transportation in Canada, and by the role that the sector may be expected to play in reducing greenhouse gas emissions.

Apart from climate and the state of the economy, the long-term factors shaping transportation growth include (a) distances within Canada; (b) speed; (c) flexibility; (d) individual choice and demand for access to transportation. Major climatic events, whether seasonal like winter snowfall, or sporadic, such as fog, flooding and exceptional blizzards, have been problems to be solved, in order that transportation requirements can be met.

The major exception to the subordinate role played by climate as a transportation factor is the real limits placed on Canadian transportation by ice. Ice closes the St. Lawrence Seaway and severely limits winter navigation in the estuary and the Great Lakes. Ice extends over much of the Gulf of St. Lawrence, and in normal years leaves only the south and southeast coasts of Newfoundland free. It limits much of the Canadian Arctic

Archipelago to a short summer season of ship access. The use of the Mackenzie River as a freight route is controlled by the dates of freeze-up and break-up.

Although efficient transportation systems generally overcome climatic problems, except ice, there is little doubt that the present Canadian climate imposes heavy costs on the transportation sector. These costs are offset only to a modest extent by climatic benefits which certainly exist, for example, in the reduction in northern freight costs through the use of "winter roads"; less freeze-thaw damage to road surfaces, cars and other items during prolonged periods of sub-freezing temperatures; and seasonal variations in aviation weather. But climate is a significant factor in Canadian transportation and it is overwhelmingly negative. It is, therefore, not surprising that the few studies of global warming effects on Canadian transportation generally indicate that these will, overall, be beneficial. For example, both capital and operating costs would be reduced for Marine Atlantic, the crown corporation that provides marine ferry services in the Atlantic region. In the Great Lakes, however, it has been suggested that an increase in the shipping season from 8.5 to 11 months (because of reduced ice cover on Lake Erie) would be offset by the frequency of low flows in the connecting channels which would limit cargo capacity.

Another negative effect may be the impact of sea-level rise on causeways, bridges and roads. A study of Atlantic Canada suggested that adaptations would cost over a billion dollars at current prices. The study was, however, concerned with sea-level rises of up to one metre, which are likely to take place over a century or more. On that time-scale, all or most of the structures concerned would probably require replacement or major maintenance for other reasons, and appropriate provision for sea-level rise may be included in planning such improvements relatively easily.

More generally, preliminary road transport studies have emphasized the likelihood of substantial reductions in winter maintenance and snow removal costs in the populated areas of southern Canada. Speculation that the Canadian ecumene - the area of continuous settlement - would expand substantially as a result of global warming seems unwarranted, however. It is much more probable that the main effects of global warming on transportation systems and individual mobility will be experienced where the population is already concentrated, especially in major cities accustomed to heavy winter snowfall during a long winter season.

Whether considered from the standpoint of national transportation policy or of individual transport-related activities (including snow clearance), global warming may well appear, at worst, as a minor problem that can be accommodated easily in coming decades and, at best, a development to be welcomed.

Since transportation agencies, whether operating or regulatory, are necessarily key elements in efforts to limit greenhouse gas emissions, the transportation sector may well have ambivalent views on the desirability of such efforts. Similarly, the most economic and resource-efficient responses to Canada's

energy needs may conflict with efforts to limit global warming. These issues are being faced at present, but have not yet been resolved.

9. SEA ICE: THE NEED FOR BASIC RESEARCH

It is clear from this survey that the present pattern and future distribution of sea ice in the Atlantic and Arctic Oceans are of major significance for Canada. At present, ice provides the effective barrier on the earth's surface that protects Canadian sovereignty in the North. It extends south in winter to wrap around much of Newfoundland and the Gulf of St. Lawrence, impeding transport, resource development and settlement. It keeps the Northwest Passage, as a commercial navigation route, as much an illusion as it was to Henry Hudson in the 17th century. The six-to-nine-month period of northern winter - snow-covered land and ice-covered ocean - is a major factor in shaping Canadian and continental climate.

Yet remarkably little is known about this major component of the Canadian environment. In general, much more appears to be known about land ice, in the form of ice sheets and glaciers, than about sea ice and about icebergs derived from land sources. The data situation has been transformed in recent decades, through satellite measurements, airborne radar, and under-ice submarines, though full use is not yet made of these resources. At the same time the prospect of substantial warming in high latitudes during the coming decades makes better understanding of the characteristics and behaviour of sea ice vital from a socioeconomic perspective.

Three examples illustrate the need for a better scientific understanding of sea ice.

- The assumption that melting of sea ice would result from the large temperature increases expected in high latitudes appears to lead to circular reasoning: this increased warming emerges from the global circulation models primarily because large sea ice reductions are generated by the models themselves. However, IPCC Working Group 1 noted that sea ice characteristics are inadequately simulated in the models and "On the basis of current simulations, it is not possible to make reliable quantitative estimates of the changes in sea ice extent and depth". As with clouds and ocean dynamics, this is a weakness in current GCMs that needs to be remedied though improved understanding of the current situation.

- It has been speculated that warming in high northern latitudes will increase precipitation over Greenland and other ice sheets, with a consequent increase in iceberg numbers, affecting off-shore oil operations and other activities further south. This does not appear to be supported by available knowledge on iceberg numbers or behaviour, nor does it allow for lag-times in the responses by major ice sheets, which may be of the order of hundreds or thousands of years. Research on the issue, although of high quality, has been limited. (It appears

that the most comprehensive census of icebergs in Baffin Bay was as long ago as 1949.)

- It has been suggested that ice distribution has a strong "climatic signal", i.e. it is likely to exhibit detectable responses to even small changes in climate. It may therefore be a valuable form of indicator that measurable climate change is taking place in response to global warming. In more direct economic terms, Mysak and Manak noted that the ice edge is a zone of high biological productivity,

> where many important fisheries have developed over the centuries (e.g. Atlantic cod, salmon, capelin and redfish). It is thus evident that significant changes that affect the position of the ice margin will have dramatic effects on the survival and/or location of these fisheries...[8]

It is therefore suggested that Canada should take the lead in developing a sea ice research program, using satellite, airborne and surface measurements in a coordinated international and interdisciplinary effort.

10. REGIONAL IMPLICATIONS

Most of the impact studies undertaken so far have focused on the possible effects of global warming on a specific sector, and usually on the effect on that sector in a specific location (e.g. prairie agriculture). From a policy standpoint, however, the integrated effects on a province or similar area may be more significant than the effects on individual sectors of the economy.

Although it is precisely in regard to specific regions that the uncertainties of future climates are most evident, some general principles can be suggested. As noted earlier, much of the social adjustment that may be required is likely to be achieved without the need for specific policies or governmental interventions, because of the gradual nature of the changes. The more diversified and "post-industrial" the economic base of a region, the more resilient it is likely to be; conversely the most vulnerable regions or communities are likely to be those most closely tied to specific resources or activities directly affected by climate change. Many of the effects of global warming are likely to shift Canadian regional climates towards conditions already prevailing further south. Useful analogues of future climates therefore already exist, providing indications of the adjustments that may be required.

These principles are explored in the main report, comparing relatively resilient areas, such as southern Ontario and Quebec, with the more vulnerable Northwest Territories and Newfoundland. Because of the potential significance of climate change for major

elements of the Newfoundland economy (including but not limited to fisheries, off-shore oil developments, the forest sector and hydroelectricity), it is suggested that climate change may be as important for the future of Newfoundland and Labrador as confederation with Canada, or any other event in the province's history. Similarly it is suggested that relatively modest increases in white immigration into the Northwest Territories (e.g. as a changing climate offers greater potential for tourism and recreation) could decisively shift the demographic balance of the population, and de-emphasize the value systems and political philosophies associated with the indigenous peoples who are at present in the majority.

11. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

As suggested at the outset, the substantial uncertainties inherent in existing impact studies make it premature and unjustifiable in most cases to develop policies and actions to adapt to climate change, except in activities such as forestry and major construction that have lifetimes measured in decades. Nevertheless, clear directions for policy-related research are evident. The following recommendations assume that the present international and intergovernmental framework on global warming issues will continue.

General:

1. The report of Working Group 1 of the Intergovernmental Panel on Climate Change should become the basis of another decade of climate change research based on global climate models. This should focus on "high resolution models" such as Canada's; on improvements to model simulations of the effect of clouds, ocean dynamics, and sea ice; and on initiatives to reduce other gaps in knowledge.

2. A critical reappraisal should be made of the large number (>50) of impact studies undertaken in Canada during the 1980s, as a basis for further studies during the 1990s. The main purpose of the reappraisal is to re-evaluate the indicated impacts using up-to-date forecasts of the amount of climate change and sea-level rise.

3. Canada should review the state of sea ice research, nationally and internationally, especially within the framework of the Global Change Program, and should consider initiating research and monitoring of sea ice related to research on the character and impact of global warming. The need for such research should be evaluated in social, economic and political terms , as well as in relation to the state of the basic science.

4. If Canada makes a commitment to limit or reduce greenhouse gas emissions, either independently or as part of a wider international agreement, a

mechanism should be created to ensure that the commitment is fulfilled, with equitable treatment of different sectors of the economy and geographical regions. One appropriate mechanism may be through the national, provincial and territorial round tables on economy and the environment. Global warming reduction efforts should not become a divisive issue within Canada, but the potential for this exists.

Agriculture: 5. The impact of global warming, and especially of climate change, should be included in the current Agri-food Policy Review more explicitly than is evident at present. In particular, the policy review needs to be more specific on the amount of land likely to be needed for agriculture in Canada in the future, since this may be closely linked to the impact of climate change.

Forestry: 6. A detailed review should be undertaken of the potential impact of climate change on fires in the boreal forest and on methods of reducing fire risk, or of fighting fires, in remote areas.

Fisheries: 7. The recent trend in fisheries research and management, towards integration of fisheries and oceanography and more generally towards an ecosystem approach, needs to continue and be strengthened, because of the potential impact of climate change on the fisheries, especially in the northwest Atlantic.

Sovereignty: 8. The legal, administrative, environmental and other implications of a Northwest Passage that is seasonally navigable by commercial shipping need to be reviewed, and monitoring systems established that are based on the presumption of a progressive reduction in sea ice in this area in coming decades.

Energy: 9. The most urgent need is to develop a feasible plan through which controllable greenhouse gas emissions by Canada can be capped at their present level by the beginning of the next century.

Transportation: 10. A review should be undertaken of the potential effects of climate change on transport systems within the main Canadian population centres, and on related activities such as snow clearance.

Regions: 11. Provincial and territorial governments should be encouraged to undertake reviews of the policy implications of global warming.

REFERENCES

1. Williams, G.D.V. et al, Estimating Effects of Climatic Change on Agriculture in Saskatchewan, Canada, Climate Change Digest CCD 88-06, 1988, p.6.

2. Stewart, R.B., Climate Change - Implications for Agricultural Productivity on the Canadian Prairies, pp. 409-419 in Preparing for Climate Change, Proceedings of the First North American Conference on Preparing for Climate Change, Government Institutes, Inc., Rockville, Md., 1988, at p. 414.

3. Yuen, K.B., Sea-Level Rise: Canadian Concerns and Strategies, pp. 457-468 in Titus, J.G., ed., Changing Climate and the Coast, Vol. 2, Western Africa, The Americas, The Mediterranean Basin, and the Rest of Europe, United States, Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1990.

4. McBean, G.A., et al, Review of Models for Climate Change and Impacts on Hydrology, Coastal Current and Fisheries in British Columbia, unpublished manuscript.

5. Hampson, Fen, Peace, Security, and New Forms of International Governance, Chapter 15 in McClaren, Digby, and Constance Mungall, eds., Planet Under Stress, Oxford University Press, Don Mills, Ontario, 1990.

6. Energy, Mines & Resources Canada, Energy Use and Atmospheric Change, A Discussion Paper, Ottawa, August 1990.

7. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group 1, Draft Report (Scientific Assessment of Climate Change), Chapter 5, Section 5.2.2.4.

8. Mysak, Lawrence A., and Davinder K. Manak, Arctic Sea-Ice Extent and Anomalies, 1953-1984, Atmosphere-Ocean, 27, 2, 1989, pp. 376-405.

Environnement Canada Environment Canada

Répercussions du réchauffement planétaire sur la politique du gouvernement canadien

SCC 92-01

Canada

SOMMAIRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

SCC 88-02 Étude préliminaire des effets éventuels d'une hausse d'un mètre du niveau de la mer à Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard

SCC 88-03 Les répercussions d'un changement climatique sur l'industrie du ski alpin au Québec

SCC 88-04 Les perspectives économiques liées aux répercussions de la variabilité et du changement climatiques : rapport sommaire

SCC 88-05 Les répercussions du changement climatique sur le tourisme et les loisirs en Ontario

SCC 88-06 L'évaluation des effets du changement climatique sur l'agriculture en Saskatchewan, au Canada

SCC 88-07 L'évaluation socio-économique des conséquences physiques et écologiques du changement climatique sur le milieu marin dans la région de l'Atlantique : phase I

SCC 88-08 Les répercussions d'un changement climatique sur les ressources naturelles du Québec

SCC 88-09 Le changement climatique causé par le CO_2 en Ontario : interdépandences et stratégies en matière de ressources

SCC 89-01 Le réchauffement climatique et la position relative du Canada en agriculture

SCC 89-02 L'exploration de l'incidence du changement climatique sur la forêt boréale et l'économie forestière de l'ouest du Canada

SCC 89-03 Les répercussions du changement climatique sur le parc national de Prince-Albert, en Saskatchewan

SCC 89-04 Les répercussions d'un changement climatique sur les besoins en eau des municipalités et sur l'industrie du golf au Québec

SCC 89-05 Les effets du climat et du changement climatique sur l'économie de l'Alberta

SCC 90-01 Les répercussions du changement de climat sur les petites localités côtières de la région de l'Atlantique, au Canada

SCC 90-02 Les répercussions du changement climatique à long terme sur le transport au Canada

SCC 91-01 Le changement climatique et ses répercussions sur le Canada : le point de vue scientifique

SCC 92-01 Répercussions du réchauffement planétaire sur la politique du gouvernement canadien

Environnement Canada Environment Canada

Répercussions du réchauffement planétaire sur la politique du gouvernement canadien

Établi pour le

Sommaire du changement climatique
Service de l'environnement atmosphérique

Préparé par

C. Ian Jackson
L'Institut de recherches politiques

La présente publication s'inscrit dans le cadre des rapports sur l'état de l'environnement

Ce papier contient un minimum de 50% de fibres recyclées dont 10% de fibres recyclées après consommation.

DÉNÉGATION DE RESPONSABILITÉ

La présente publication renferme le résumé des résultats d'un étude menée en vertu d'un contrat par L'Institut de recherches politiques pour le centre climatologique canadien. Les avis et opinions qui y sont exprimés sont ceux des auteurs. Ils n'expriment, ni ne reflétent nécessairement ceux du gouvernement du Canada ou de tout organisme de celui-ci.

Pour obtenir à titre gracieux des exemplaires de cet ouvrage, écrire à la :

Division des services climatologiques
Centre climatologique canadien
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)
M3H 5T4
Tél. : (416) 739-4331/4328

Pour acheter des exemplaires des rapports au complet, écrire à :

L'Institut de recherches politiques
250, rue Albert
Ottawa (Ontario)
K1P 5E6

Publié avec l'autorisation du
ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements
et Services Canada 1992

No de catalogue EN57-27/1992-01
ISBN 0-662-58170-9
ISSN 0835-3980

INTRODUCTION

Des numéros antérieurs de la présente publication ont rendu compte des résultats d'étude visant à étudier les répercussions éventuelles du réchauffement climatique sur les Canadiens. La liste des titres antérieurs de cette série figure en deuxième page de couverture.

À l'inverse de l'ensemble ou de la majorité des sommaires déjà publiés dans la série du Sommaire du changement climatique, ce rapport ne repose pas sur de nouvelles recherches. En revanche, on a examiné, sur le plan des implications pour les politiques publiques, les résultats des études antérieures touchant les répercussions au Canada dans une grande diversité de régions et de secteurs économiques.

L'étude initiale fut terminée en septembre 1990, avant la Deuxième conférence mondiale sur le climat et les négociations internationales ultérieures ayant abouti à la Convention sur le réchauffement du globe. Le «Plan vert» du Gouvernement du Canada, qui comprend des lignes de conduite et des mesures d'intervention relatives au réchauffement du globe, a également vu le jour après la réalisation du présent document. Ces faits, de même que la récente recherche sur le réchauffement du globe, ne trouvent donc d'écho dans le texte ni du sommaire, ni de l'étude, plus longue, sur laquelle celui-ci repose. Néanmoins, tant l'auteur que le Centre climatologique canadien estiment que cet examen reste pertinent pour la situation actuelle. De fait, il fournit le contexte global de ce qui se passe aujourd'hui et de ce qu'il faudra réaliser à l'avenir.

Résumé du document

RÉPERCUSSIONS DU RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE SUR LA POLITIQUE DU GOUVERNEMENT CANADIEN

1. POINTS MARQUANTS DE L'ÉTUDE

- Les données scientifiques qui confirment l'existence du réchauffement planétaire causé par les émissions anthropiques de gaz à effet de serre, ainsi que les graves conséquences du réchauffement sur le climat mondial et le niveau de la mer, justifient que le Canada et d'autres pays prennent des mesures immédiates pour limiter ou réduire ces émissions. Cependant, on connaît beaucoup moins bien les conséquences du réchauffement du globe sur les diverses régions du Canada ou sur des secteurs particuliers de l'économie ou de la société. Ainsi, pour les secteurs où les prévisions à long terme jouent un rôle important (p. ex., foresterie ou grands projets de construction), il pourrait être nécessaire d'élaborer et d'adopter immédiatement une politique générale d'adaptation au changement. Pour d'autres secteurs, toutefois, il pourrait être prématuré de proposer une politique générale ou des mesures visant à faire face aux conséquences prévues du réchauffement du globe.

- Les gouvernements fédéral et provinciaux ainsi que les services publiques producteurs d'énergie cherchent des moyens pour réduire les émissions de gaz à effet de serre au cours de la production. Cependant, les connaissances actuelles des conséquences directes du réchauffement du globe sur la production d'énergie et les besoins énergétiques futurs sont fondées sur les résultats d'études menées dans des domaines très restreints.

- On prévoit que l'agriculture dans les provinces des Prairies deviendra plus vulnérable à la sécheresse, car la faible augmentation des précipitations sera neutralisée par un accroissement considérable de l'évapotranspiration potentielle. Les opinions sont partagées quant à savoir si le secteur saura s'adapter facilement aux nouvelles conditions. Il est nécessaire d'effectuer plus d'études sur les conséquences éventuelles du réchauffement du globe (et des autres changements probables) sur le marché international des produits agricoles où le Canada est en concurrence avec d'autres pays.

- Selon une étude récente d'Environnement Canada, les conditions écoclimatiques favorisant la forêt boréale pourraient presque disparaître complètement à l'ouest du Québec d'ici à l'an 2050. Il est probable que les feux de forêt seront un facteur important du changement. Il sera peut-être impossible de les maîtriser dans une grande partie de ce qui constitue actuellement la zone de forêt boréale. Entre-temps, au cours des années 80, il

y a eu une augmentation sensible de la superficie des zones incendiées.

- Jusqu'à maintenant, les études examinant les conséquences du réchauffement climatique sur les transports au Canada ont été peu nombreuses et n'ont fait dans la plupart des cas qu'effleurer le problème. Cette situation s'explique peut-être par le fait que les intéressés ont le sentiment que le réchauffement du globe aura surtout des effets avantageux pour les transports. Il serait particulièrement souhaitable que l'on effectue des études sur les coûts et les avantages qui en résulteront dans les grandes agglomérations urbaines ainsi que sur les répercussions de ce changement climatique sur le transport maritime dans l'Arctique (passage du Nord-Ouest et autres régions).

- Peu d'études ont été menées en vue d'examiner l'ensemble des conséquences éventuelles du réchauffement du globe au niveau régional (p. ex., provinces et territoires). Bien que cette situation puisse s'expliquer par les nombreuses incertitudes liées au domaine, les effets d'ensemble sur la société et l'économie pourraient bien être plus importantes que les répercussions sur des secteurs particuliers.

- Il pourrait se produire une réduction considérable de la couverture saisonnière de glace de mer dans l'Arctique canadien. Cette réduction pourrait avoir des conséquences sur la souveraineté du Canada et sur l'utilisation commerciale du passage du Nord-Ouest. Du point de vue des connaissances scientifiques et des conséquences socio-économiques éventuelles, il serait bon que les recherches effectuées au Canada sur le réchauffement du globe se concentrent davantage sur les caractéristiques et la répartition de la glace de mer. En outre, étant donné que les modèles de circulation générale (MCG) prévoient des modifications importantes de sa distribution, il serait souhaitable d'élaborer une nouvelle méthode pour la surveillance de la glace de mer.

- Il serait bon que les recherches effectuées au Canada sur le réchauffement du globe ainsi que l'élaboration d'une politique générale dans le domaine continuent de se faire dans le contexte des relations internationales et intergouvernementales établies au cours de la dernière décennie. Il pourrait être nécessaire de revoir ou de reprendre, à la lumière des récents résultats établis par l'utilisation des MCG de «seconde génération» (p. ex., le modèle du Centre climatologique canadien), certaines des premières études prospectives, entreprises au cours des années 80.

2. INTRODUCTION

Contrairement à la plupart des autres résumés publiés précédemment dans la série «Sommaire du changement climatique», le présent rapport n'est pas fondé sur de nouvelles études portant sur les conséquences éventuelles du réchauffement du globe. Nous avons plutôt tenté d'examiner, relativement à un grand nombre de régions et de secteurs économiques, les études prospectives antérieures menées au Canada en vue d'en dégager les répercussions sur la politique officielle du gouvernement.

La plupart des données factuelles ainsi que de nombreux jugements et conclusions exprimés dans ce résumé sont fondés sur ces études prospectives antérieures ou en sont tirés directement. Le rapport complet comprend la liste de toutes les sources utilisées, mais, pour des raisons d'espace, le résumé ne donne la source que des citations proprement dites.

Examinées sous l'angle de leurs répercussions sur la politique du gouvernement, les nombreuses études prospectives menées au cours de la dernière décennie présentent des difficultés particulières. En effet, entreprendre des recherches utiles à la politique et se fonder sur des recherches pour élaborer une politique sont deux choses bien différentes. Dans une très large mesure, les études prospectives antérieures étaient fondées sur une question générale conditionnelle du genre : «En supposant que les scénarios concernant le climat et le niveau de la mer obtenus grâce aux MCG soient fiables, quelles seraient les conséquences sociales et économiques probables?» Ainsi, lorsque les résultats de ces études prospectives sont utilisés pour recommander au gouvernement qu'il élabore une politique et prenne des mesures, les décideurs ont raison de se demander - ils en ont même l'obligation - si les scénarios et les études prospectives elles-mêmes sont fiables.

Des études scientifiques aux mesures politiques, la question du réchauffement mondial passe par quatre étapes principales :

Concentration des gaz atmosphériques --⟩ Modèles du climat mondial --⟩ Conséquences socio-économiques --⟩ Élaboration de politiques.

Bien que chacune de ces étapes comporte des incertitudes, il y a peu de doute qu'il se produit des changements dans la composition de l'atmosphère. À la deuxième étape, le problème principal qui surgit (dans le contexte actuel) est que, pour un certain nombre de raisons, les MCG ne peuvent prévoir avec certitude le climat de régions particulières (p. ex., sud de la Saskatchewan, péninsule du Niagara, Terre-Neuve). Or la plupart des études prospectives se concentrent dans une large mesure sur une région particulière et portent sur des activités telles que la culture du blé dans les Prairies, la production d'électricité dans le Niagara et le Saint-Laurent et la fonte du pergélisol dans la vallée du Mackenzie.

En plus de ce problème des incertitudes relatives au climat régional, les auteurs des études prospectives doivent habituellement adopter, dans une plus ou moins grande mesure, l'hypothèse voulant que «toutes choses restent égales par ailleurs». Par exemple, les auteurs d'une étude des conséquences

du changement climatique sur la production de blé dans les Prairies doivent supposer que de nombreuses caractéristiques de la culture du blé (le type de culture, l'organisation de l'exploitation, les marchés extérieurs, les réseaux de transports, le prix des terres, etc.) demeurent semblables aux caractéristiques actuelles pendant toute la période de changement climatique.

Si les auteurs rejettent cette hypothèse, ils doivent alors supposer que toutes les caractéristiques se modifient, ajoutant ainsi beaucoup d'incertitudes à leurs recherches. D'un autre côté, les décideurs savent bien que la société et l'économie se modifient considérablement en trente à cinquante années, soit la période que les chercheurs retiennent habituellement pour leurs études prospectives sur le climat. Ainsi, une telle période représente à peu près le temps qu'il a fallu pour réaliser la transition entre le cheval et l'automobile au début du siècle. Il est impossible de prévoir toutes les conséquences de modifications aussi profondes, comme en témoigne la révolution de l'information que vivent actuellement le Canada et d'autres pays.

Pour ces raisons, et d'autres semblables, la portée des études prospectives examinées dans le rapport sur la politique du gouvernement reste incertaine. Dans l'ensemble, ces études ont été extrêmement utiles pour démontrer toute l'ampleur et la diversité des conséquences que le réchauffement du globe risque d'avoir sur l'économie et la société canadienne. Elles ont permis de déceler de nombreux domaines où les connaissances actuelles sont insuffisantes. En outre, elles ont servi à relever les questions pour lesquelles il pourrait être nécessaire d'élaborer une politique et de prendre des mesures pour compenser les effets des forces du marché et les nouveaux modes de vie. Dans certains cas (secteur forestier, nouvelles installations qui serviront pendant des décennies), il serait souhaitable de se préparer dès maintenant aux changements indiqués dans les scénarios actuels en modifiant la conception et les pratiques courantes ou en utilisant d'autres moyens. Malgré cela, il semble que les incertitudes inhérentes à ces études prospectives soient trop nombreuses à l'heure actuelle pour qu'elles puissent servir à justifier l'élaboration de lignes directrices et de mesures visant à permettre aux régions, aux secteurs économiques et aux Canadiens de s'adapter au changement climatique et à l'élévation du niveau de la mer.

Ces réserves, cependant, ne s'appliquent pas à l'autre objectif principal visé par la politique et les mesures du gouvernement, à savoir la réduction des émissions de gaz à effet de serre de façon à arrêter, à retarder ou à réduire le réchauffement planétaire. Pour être efficaces, les efforts faits en ce domaine doivent être entrepris au niveau mondial. Sur ce plan, les données scientifiques sont sans équivoque; l'élimination au niveau mondial des principales incertitudes liées au réchauffement du globe a été la principale réalisation des années 80. Nous avons de bonnes raisons de croire qu'au cours de la prochaine décennie des progrès importants seront réalisés quant à la réduction (sans toutefois aller jusqu'à l'élimination) des incertitudes liées aux conséquences du réchauffement au niveau régional, conséquences sur lesquelles se concentre le présent rapport.

3. AGRICULTURE

Au Canada, plus de 80 % de toutes les terres agricoles bonifiées sont consacrées à la culture des sept produits suivants : blé, avoine, orge, maïs-grain, colza canola, pomme de terre et foin cultivé. Le blé couvre, à l'heure actuelle, près de la moitié de ces terres. En 1971, les trois provinces des Prairies comptaient 71 % de la superficie agricole totale et, en 1986, 81 %. Environ 80 % du blé est exporté; les effets du changement climatique mondial sur l'agriculture des autres pays pourraient avoir une incidence aussi forte sur les marchés agricoles canadiens (importations et exportations) que ceux qui toucheront directement l'agriculture canadienne.

La température et l'évapotranspiration potentielle constituent les deux contrôles climatiques généraux qui déterminent en grande partie les caractéristiques d'ensemble de l'agriculture au Canada. Il faut en moyenne entre 86 et 98 jours pour faire mûrir le blé de printemps en Saskatchewan; au sud de 53 ^{0}N, la saison de croissance varie entre 100 et 120 jours. Dans la plus grande partie de cette région, particulièrement dans le sud et dans l'ouest de la province, le climat est relativement sec, la hauteur moyenne des précipitations durant la saison de croissance atteignant entre 180 et 240 mm. Dans leur étude, Williams et ses collaborateurs font observer que :

> «Sans aucun changement fondamental du climat, le secteur de l'agriculture en Saskatchewan connaît à l'occasion une année [...] où la réduction de l'humidité est telle que la production agricole ne s'élève qu'à environ 25 % de la normale, que le potentiel de l'érosion éolienne double et que les pertes pour l'économie agricole dépassent 1,8 milliard de dollars et 8 000 emplois[1].»

Le réchauffement global aura probablement quatre types de conséquences sur l'agriculture :

- Conséquences physiologiques directes sur les cultures et les mauvaises herbes dues à l'augmentation du gaz carbonique et des autres gaz à effet de serre.

- Conséquences découlant des changements de climat.

- Conséquences sur l'utilisation des terres en raison de la montée du niveau de la mer.

- Conséquences indirectes sur l'agriculture canadienne dues à la modification des marchés agricoles mondiaux qu'entraînera la structure adoptée par le changement climatique à l'échelle du globe.

La plupart des études prospectives menées jusqu'à maintenant ont concentré leurs recherches sur le deuxième type de conséquences, bien qu'elles aient aussi traité brièvement des autres. Le Groupe de travail n^{0} II du Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (GIEC, autrefois l'IPCC) fait remarquer que l'augmentation du CO_2 sera probablement plus avan-

tageuse pour les plantes de catégorie C3 (arbres, blé, riz, orge, tubercules et légumineuses) que pour les C4 (notamment le maïs), et ce, d'autant plus que de nombreuses plantes C4 sont des herbes nuisibles aux C3.

Les études sur les conséquences du climat futur (et qui d'ordinaire supposent le doublement de l'équivalent en CO_2 d'ici à 2030 environ) semblent indiquer que le climat de certaines régions du Canada ressemblera à celui actuellement observable plus au sud. Ainsi, le sud de l'Ontario pourrait avoir un climat comparable à celui du sud de l'Illinois, de l'Indiana et de l'Ohio; la Saskatchewan, à celui du Nebraska; et l'Alberta, à celui du Colorado. Cependant, en Ontario et dans les provinces des Prairies, la sécheresse estivale ainsi qu'une variabilité plus marquée des précipitations pourraient constituer des obstacles considérables à l'agriculture. En Saskatchewan, par exemple, on pense que :

> «la fréquence des mois de sécheresse pourrait être de 3 à 10 fois plus élevée, elles pourraient être plus longues et plus intenses et [...] que le temps de récurrence des sécheresses et des sécheresses intenses pourrait diminuer de moitié[2].»

De telles conditions climatiques auraient de graves répercussions sur la situation de l'emploi et l'économie des provinces.

Cependant, la plupart de ces études prospectives étaient fondées sur les prévisions de MCG du milieu des années 80, qui souffraient, entre autre, de grilles spatiales relativement larges. Par exemple, on a fait remarquer qu'aucun des trois principaux modèles utilisés à cette époque n'a réussi à simuler avec précision les précipitations <u>actuelles</u> ($1XCO_2$) de l'Alberta, donnant des hauteurs plus grandes dans le sud que dans le nord. On a aussi remis en question l'impact des conditions climatiques prévues; l'auteur d'une analyse économique, par exemple, affirme qu'il suffirait d'adapter légèrement les méthodes agricoles pour réduire ou éliminer les effets négatifs des conditions prévues.

Il ne faut pas s'attendre à ce que la zone agricole canadienne s'étende considérablement plus vers le nord à mesure que les températures s'élèveront, car ni le sol ni les facteurs économiques ne seront vraisemblablement propices à cette extension. Par contre, l'amélioration du climat pourrait, dans certaines zones marginales, favoriser les cultures vivrières à usage local.

Les récents épisodes de sécheresse, ainsi que d'autres phénomènes météorologiques extrêmes, ont contribué à faire largement connaître au monde agricole le réchauffement du globe et les perspectives liées à un changement climatique important. L'existence d'un cycle de production court, souvent annuel, laisse penser que dans l'ensemble les exploitants s'adapteront assez facilement au changement si cela est nécessaire. Cependant, au Canada, on peut aussi s'attendre à ce que les 300 000 exploitations agricoles familiales réagissent de façons très diverses et plus ou moins rapides au changement, et à ce que certains exploitants connaissent de dures épreuves. Les gouvernements fédéral et

provinciaux ont déjà entrepris l'examen de la politique agricole future le plus complet jamais effectué au Canada. Si cet examen comprend une estimation de la demande en produits agricoles, et plus particulièrement de la superficie des terres qui seront probablement nécessaires à l'agriculture, il pourra alors constituer un outil important pour élaborer des lignes directrices qui tiennent compte du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer.

4. FORÊTS ET PRODUITS FORESTIERS

La zone forestière canadienne, en particulier la vaste région de forêt boréale, est importante à double titre pour la politique sur le changement climatique. D'une part, les effets du réchauffement planétaire pourraient modifier profondément les caractéristiques et la répartition des forêts, et ce, au cours de la vie d'un arbre ou d'un peuplement. D'autre part, les forêts constituent des puits importants du CO_2 de l'atmosphère; elles peuvent donc avoir un grand rôle à jouer dans la lutte contre ce réchauffement.

Les forêts recouvrent près de la moitié de la zone continentale canadienne (soit 4,4 millions de km^2 sur 9,2 millions de km^2). La forêt boréale représente le tiers de cette superficie. Au début des années 80, environ 7,4 % de la main-d'oeuvre canadienne dépendait du secteur forestier; en 1986, la valeur des produits forestiers exportés représentait environ 14,5 % des exportations canadiennes.

On a dit de la forêt boréale qu'elle était un «système réglé par les feux et les insectes». On estime aussi que c'est peut-être les feux, plus que le climat directement, qui déterminent les limites nord de la forêt. Il est possible qu'ils soient aussi un «mécanisme d'adaptation» important par lequel la forêt réagit au changement climatique. Au cours des années 70 et 80, la fréquence des feux de forêt au Canada a augmenté considérablement. Les 6,4 millions d'hectares de forêt qui ont brûlé en 1989 représentent la plus grande superficie jamais incendiée en une année.

Au début de 1990, Environnement Canada a publié des cartes du climat actuel et du climat modifié de 2050 des principales provinces éco-climatiques du Canada (région cordillière exclue). Les différences entre les deux époques sont impressionnantes. Pour l'an 2050, les cartes indiquent que la zone de forêt boréale n'occupe plus que la moitié de sa superficie actuelle et qu'à l'ouest de la baie James elle n'est plus constituée que de trois petites régions très éloignées les unes des autres. Les cartes indiquent aussi que la forêt boréale migrera vers le nord. Cependant, la capacité naturelle de migration des espèces boréales (1 à 40 km par siècle) est jusqu'à deux fois plus petite que la valeur correspondant au changement climatique.

Mis à part le rôle qu'il peut jouer dans la réaction des écosystèmes au changement climatique, le feu représente le meilleur moyen de transformer la biomasse en CO_2 atmosphérique. La question des feux non maîtrisés dans l'ensemble de la zone de forêt boréale

circumpolaire est donc liée de très près aux efforts entrepris pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, étant donné que les feux de forêt ne consument qu'une partie de la biomasse et qu'ils sont suivis par une période de régénération, on a aussi avancé qu'ils pourraient en fin de compte permettre une plus grande fixation du CO_2 par la biomasse. S'il devenait nécessaire de combattre les feux qui se déclarent dans la forêt boréale au-delà des zones commerciales actuelles, cela aurait de grandes répercussions sur la politique et les ressources du Canada.

Certains ont avancé que plusieurs espèces d'arbres commerciales autres que celles de la forêt boréale, notamment le pin Douglas, pourraient être menacées par l'absence, en hiver, d'un froid suffisant pour satisfaire au refroidissement qui leur est nécessaire. Il pourrait donc être souhaitable, au cours de la prochaine décennie, de déplacer certaines pépinières du sud-ouest de la Colombie-Britannique et des états américains limitrophes.

Si l'on envisage les changements importants que pourrait causer le réchauffement global dans la répartition et la composition des forêts, ainsi que des décennies nécessaires aux espèces de la forêt canadienne pour parvenir à maturité, il semble qu'il soit plus urgent pour le secteur forestier que pour l'agriculture d'établir des politiques et de prendre des mesures qui tiennent compte du réchauffement global. En dépit des innombrables incertitudes quant aux conséquences du climat futur, il pourrait être souhaitable d'adopter de toute façon certaines politiques d'adaptation sans attendre le changement climatique. Étant donné qu'une grande partie de la forêt productive est constituée d'immenses propriétés, l'administration de ces dernières permettrait de mettre en oeuvre ces politiques sur une grande échelle.

En général, les mesures à prendre se résument à la gestion forestière : il s'agit d'intensifier cette dernière là où elle est déjà en place, et de l'introduire en cas d'absence. Les techniques de gestion forestière comprennent notamment les révolutions de courte durée; le contrôle des espèces, de la provenance et de la densité; les éclaircies régulières; les méthodes perfectionnées de lutte contre les feux et les ravageurs forestiers; et, là où c'est possible, la mise en oeuvre de programmes d'amélioration génétique des arbres qui tiennent compte des conditions climatiques susceptibles de survenir pendant la vie du peuplement. Dans l'intervalle, il serait bon d'administrer les moyens techniques et humains utilisés dans le secteur des produits forestiers en prévoyant l'éventualité de grands changements des ressources forestières au cours des prochaines décennies.

5. PÊCHERIES

Le climat et ses changements ont de grandes répercussions sur la pêche en eau douce et en mer. Comme l'a fait observer récemment K. Yuen, un scientifique de Pêches et Océans Canada :

> «Au Canada, le problème climatique principal auquel devra faire face le secteur des pêches n'est pas la montée du

> niveau de la mer, mais les modifications de la température de l'eau, de la configuration des courants, de la remontée d'eau due au vent, et des autres facteurs qui auront une influence déterminante sur la répartition, le recrutement et la production des poissons. Cette situation aura à son tour des répercussions importantes sur les stratégies et les accords de gestion des ressources établis au niveau national et international, sur les stratégies industrielles de pêche ainsi que sur l'économie des régions[3].»

En raison des liens physiques et dynamiques étroits entre l'atmosphère et les océans, en particulier à leur interface, le climat constitue à bien des égards le facteur déterminant dans la répartition des espèces et la productivité de la pêche. Cela reste vrai pour la pêche pratiquée en eau douce, par exemple dans les Grands Lacs. En outre, les frayères situées dans les cours d'eau et les terres marécageuses sont extrêmement sensibles aux modifications des précipitations et du ruissellement.

En dépit de la portée éventuelle du réchauffement global sur les ressources halieutiques, il reste d'immenses lacunes à combler dans nos connaissances avant de pouvoir élaborer, à partir d'affirmations générales comme celles mentionnées ci-dessus, d'utiles lignes directrices à long terme. En bref, la relation entre l'océanographie physique et la pêche dans le climat actuel est très mal connue; en attendant que l'on corrige cette lacune, il est peu utile de conjecturer sur les effets possibles du changement climatique.

La situation est meilleure pour la pêche en eau douce, particulièrement dans les Grands Lacs. Les nombreuses années d'études scientifiques, et l'adoption en 1978 d'une méthode tenant compte de l'écosystème dans l'évaluation de l'eau des Grands Lacs, ont permis de considérer le changement climatique comme un facteur qualitatif et quantitatif supplémentaire déterminant les caractéristiques et la répartition des stocks de poissons.

Cependant, selon McBean et al., sur la côte ouest :

> [...] il semble qu'il faudra au moins dix ans d'observation, de recherche théorique et d'essais des modèles avant de pouvoir avancer autre chose que des hypothèses générales quant aux conséquences du changement climatique éventuel sur les conditions océanographiques du littoral de la Colombie-Britannique[4].

Dans les Maritimes, l'échec de la stratégie de gestion des stocks de morue adoptée au cours des années 80, et l'effondrement consécutif de la pêche à la morue à la fin de la décennie, montrent clairement combien la relation entre l'océanographie et les pêches est scientifiquement mal comprise. On est en train de corriger la situation, mais, répétons-le, il faudra vraisemblablement une dizaine d'années avant que l'on puisse tenir compte du facteur «réchauffement de la planète» d'une façon comparable à ce qui s'effectue déjà pour les Grands Lacs.

Dans l'intervalle, il est évident que, comme dans d'autres domaines, «toute chose ne restera pas égale par ailleurs». En particulier, l'aquaculture se développe rapidement; ne représentant que 3 % de la valeur au débarquement des pêches canadiennes en 1987, elle pourrait augmenter à 25 % dès la fin du siècle. En outre, on estime que l'aquaculture pourrait, dès 2030, supplanter les méthodes traditionnelles de pêche par capture. La diminution de la couverture glacielle dans le golfe du Saint-Laurent, associée au réchauffement du globd, pourrait contribuer considérablement à l'expansion de ce secteur.

6. SOUVERAINETÉ, DÉFENSE ET GÉOPOLITIQUE

Au cours des dernières années, les Forces canadiennes ont concentré leurs activités dans quatre domaines principaux, respectant en cela des traditions de longue date et le Livre blanc sur la défense de 1987. Ces activités portaient sur l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN), la souveraineté, le maintien de la paix et l'aide aux autorités civiles. Dans la situation mondiale actuelle, l'avenir du rôle du Canada à l'OTAN (et l'avenir de l'OTAN elle-même) est très incertain. Cependant, toute autre activité entreprise au Canada et dans les autres parties du monde est susceptible d'être touchée par le réchauffement de la planète et le changement climatique qui s'ensuivra.

Dans l'Arctique canadien, la question de souveraineté sur les masses d'eau de l'Archipel reste indécise. Les États-Unis, par exemple, estiment que le passage du Nord-Ouest est un «détroit international», alors que le Canada considère qu'il fait partie de ses «eaux intérieures». Tant que la glace empêche l'utilisation du passage pour la navigation commerciale, la question de souveraineté ne représente pas un gros problème. Par contre, si le réchauffement du globe entraîne le rétrécissement de la couverture glacielle dans l'océan Arctique, le Canada pourrait avoir à y définir des lignes de base droites pour y affirmer sa souveraineté et à y maintenir de nombreux services maritimes et terrestres pour la conserver.

Le Canada a participé à toutes les opérations de maintien de la paix entreprises sous les auspices des Nations Unies. Au cours des dernières années, plusieurs experts canadiens et étrangers ont affirmé que des crises internationales importantes pourraient se produire en raison du réchauffement global. Selon Hampson, ces crises pourraient :

> [...] entraîner la perte de vies humaines et la destruction des habitations; la famine et les épidémies; l'augmentation des réfugiés; et l'intensification des problèmes et des conflits économiques. Elles pourraient aussi menacer la survie des États et causer l'effondrement de l'ordre international. Les conséquences sociales, économiques et politiques du changement climatique se feront sentir à l'échelle mondiale et auront des répercussions dans tous les pays[5].

Il est impossible de prévoir où et quand ces crises pourraient demander participation au maintien de la paix, mais, étant donné la politique de longue date du Canada concernant le soutien à ces activités, il y a peu de doutes qu'il y participera tôt ou tard.

De nos jours, les Forces canadiennes n'apportent guère leur aide aux autorités civiles que dans les situations d'urgence. En ce domaine, elles pourraient jouer un grand rôle dans la lutte contre les feux dans la zone de forêt boréale. En effet, si, comme nous l'avons indiqué plus haut, la fréquence des feux augmente régulièrement avec le réchauffement de la planète, en particulier dans les peuplements mûrs situés dans l'extrême nord de la forêt, il pourrait être pratiquement impossible de maîtriser la situation certaines années. La décision de lutter ou non contre ces feux constitue une question de politique générale qu'il revient aux scientifiques de l'environnement et des forêts ainsi qu'aux dirigeants politiques de régler. Cependant, si l'on décidait d'engager la lutte, il serait peut-être bon alors que les militaires y participent et, à cet effet, qu'ils prévoient le matériel et la formation nécessaires.

Les forces armées pourraient aussi avoir à jouer un rôle plus important dans un autre domaine d'aide aux autorités civiles. Elles pourraient, si la distribution de la glace changeait considérablement, avoir à étendre à l'océan Arctique la surveillance actuelle fournie dans la zone de pêche de 200 milles de l'Atlantique et du Pacifique.

Bien que la plupart de ces responsabilités, nouvelles ou élargies - en matière de souveraineté, de maintien de la paix et de protection civile - concernent l'avenir plutôt que le présent, elles indiquent tout de même qu'il serait bon d'effectuer dès maintenant les observations et les recherches nécessaires. Par exemple, par le passé, on pouvait supposer que le passage du Nord-Ouest était et resterait impraticable à la navigation régulière. Dans ce contexte, il n'était pas nécessaire d'observer l'évolution de la situation réelle d'une année à l'autre. Par contre, si l'on accepte l'hypothèse que les conditions seront graduellement de plus en plus favorables à la navigation saisonnière régulière, il serait bon d'établir un programme d'observation destiné à recueillir des données annuelles sur les conditions de la glace (épaisse ou mince), sur les effets de différents systèmes météorologiques, etc., de façon à pouvoir déceler les problèmes et les débouchés qui pourraient être importants dans l'avenir. Une telle approche pourrait s'appliquer aussi à d'autres voies navigables touchées par la glace ainsi qu'à de nombreuses caractéristiques que l'on a considérées jusqu'ici comme allant de soi, particulièrement dans le Nord canadien. Jusqu'à maintenant, la glace, la neige et le climat ont réussi à limiter les activités du Canada et des autres pays dans le Nord. Toute modification importante de ces facteurs aura donc des conséquences qui restent à déterminer. Qu'arrivera-t-il lorsque l'océan Arctique cessera d'être la barrière septentrionale et ne sera pas plus qu'une mer intérieure?.

7. ÉNERGIE

En 1986, l'Office national de l'énergie prévoyait qu'en 1990 on satisferait à la demande énergétique des Canadiens de la façon suivante (pourcentages de 1980 entre parenthèses) : pétrole, 36 % (51); gaz naturel, 29 % (21); charbon et coke, 12 % (12); hydroélectricité, 12 % (10); énergie électronucléaire, 4 % (2); autres sources, 7 % (4). Au Canada, les transports consomment près de 70 % de l'énergie pétrolière. Le charbon fournit 10 % de l'énergie utilisée par le secteur industriel; en dehors de cela, il sert surtout à la production thermique d'électricité.

Il existe des différences considérables entre les régions du Canada quant à l'utilisation de l'énergie par l'industrie et pour la production d'électricité. L'utilisation industrielle se concentre dans certains endroits de prédilection bien connus, par exemple, les fonderies d'aluminium installées au Québec profitant d'électricité à bon marché, ou l'industrie sidérurgique dans le sud de l'Ontario qui importe du charbon des États-Unis. En ce qui concerne la production d'électricité, les différences sont extrêmement marquées et influent sur la portée régionale des efforts entrepris pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Terre-Neuve, le Québec, le Manitoba et la Colombie-Britannique dépendent presque entièrement de l'hydroélectricité (95 %). Par opposition, l'Alberta en produit 92 % à partir du charbon et 3 % à partir du gaz. La Saskatchewan (68 %) et la Nouvelle-Écosse (81 %) dépendent aussi du charbon pour leur production d'énergie électrique. En outre, le dernier sert à produire environ 20 % de l'électricité du Nouveau-Brunswick, de l'Île-du-Prince-Édouard et de l'Ontario.

La quantité d'énergie consommée par personne au Canada, 260 gigajoules (GJ) en 1984, est considérablement plus élevée que la moyenne de 150-200 GJ des pays industrialisés ou de la moyenne mondiale de 66 GJ. Par le passé, on a expliqué en partie cette situation par le prix peu élevé de l'énergie et la rigueur du climat hivernal. Par exemple, il existe dans le sud de l'Ontario une corrélation presque linéaire entre la température moyenne mensuelle de l'air et la demande mensuelle d'électricité. Cette situation cependant reflète surtout les habitudes contractées et l'état du parc immobilier créé au cours d'une longue période, alors que le coût de l'énergie ne représentait pas une question importante. Dans ce contexte, il reste donc beaucoup à faire pour économiser l'énergie dans les habitations résidentielles et dans d'autres utilisations secondaires.

On a effectué quelques études sur les conséquences que pourrait avoir sur la production hydroélectrique la diminution du débit du Niagara et du Saint-Laurent due au réchauffement climatique. Par contre, on s'est peu préoccupé des autres répercussions possibles sur l'accès à l'énergie : par exemple, quelles conséquences le changement dans la distribution de la glace de mer et dans la durée de vie des icebergs aura-t-il sur les activités dans l'Atlantique et dans l'Arctique, et quelles conséquences l'augmentation de la profondeur du mollisol aura-t-elle sur les pipelines? Il conviendrait de mieux examiner les modifications possibles de la demande énergétique. Déjà, en ce domaine, on a affirmé que, dans le sud de l'Ontario et du Québec,

la réduction de la demande énergétique destinée au chauffage pendant l'hiver serait contrebalancée par une augmentation estivale due à la climatisation. Cette situation entraînerait une grande variation de la demande saisonnière, avec une période de pointe en été (à l'heure actuelle, les données d'Ontario Hydro indiquent que la demande varie relativement peu annuellement et qu'elle atteint son point maximum en hiver).

Depuis la conférence sur «L'atmosphère en évolution» tenue à Toronto, en 1988, et dans le contexte de l'établissement d'une politique générale au niveau fédéral et provincial, les échanges se sont multipliés entre les spécialistes de l'énergie et ceux de l'environnement. Ils visent principalement à préparer une «stratégie d'action nationale complète permettant de faire face au changement climatique à l'échelle du globe», stratégie que les ministres des gouvernements fédéral et provinciaux examineront à la fin de 1990.

Dans un document de travail récent préparé par le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources (1990), on affirmait : «Il existe cinq solutions générales qui peuvent être adoptées pour réduire ou contrebalancer les émissions atmosphériques dues à l'utilisation des combustibles fossiles. Ces solutions sont :

- l'établissement de techniques de contrôle;
- l'amélioration du rendement énergétique;
- l'amélioration de la qualité des carburants;
- le recours à d'autres sortes de carburant;
- la création de puits pour absorber le carbone[6].»

Il n'est peut-être pas indifférent que cette liste de solutions ne mentionne pas «l'économie d'énergie». On placerait probablement dans la catégorie «amélioration du rendement énergétique» les mesures visant à améliorer l'isolation des maisons ou à réduire la consommation de carburant des véhicules. Les auteurs du document de travail signalent aussi un certain nombre de mesures à court terme relevant du gouvernement fédéral et qui pourraient contribuer à réduire d'environ 35 à 50 mégatonnes d'ici l'an 2000 les émissions canadiennes de CO_2. Il faudrait encore les réduire de 38 à 53 mégatonnes pour que leur niveau de l'an 2000 ne dépasse pas celui de 1990.

8. TRANSPORTS

Comme c'est le cas pour le secteur de l'énergie, le réchauffement et le changement climatique de la planète sont susceptibles d'influer sur les transports de deux manières principales : d'une part, il y aura des conséquences sur les transports et, d'autre part, le secteur aura un rôle à jouer dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Mis à part le climat et la situation économique, les facteurs à long terme qui déterminent la croissance du secteur des transports comprennent : a) les distances à l'intérieur du Canada; b) la vitesse; c) la souplesse; d) le choix personnel et la

demande pour obtenir des services de transport. Les phénomènes météorologiques importants, saisonniers (comme les chutes de neige l'hiver) ou sporadiques (comme le brouillard, les inondations ou les cas exceptionnels de blizzard), représentent des obstacles qu'il faut surmonter pour répondre aux exigences en matière de transport.

En somme, le climat a une influence secondaire sur le secteur des transports. Il existe toutefois une exception de taille : la glace. Celle-ci en limite réellement les possibilités. Elle paralyse la voie maritime du Saint-Laurent et restreint beaucoup la navigation hivernale dans l'estuaire et dans les Grands Lacs. Elle s'étend sur une grande partie du golfe du Saint-Laurent et ne laisse normalement libre que le littoral sud et sud-est de Terre-Neuve. En outre, la glace réduit à une courte période pendant l'été l'accès par bateau à l'archipel Arctique canadien. De même, l'utilisation du Mackenzie comme voie de transport dépend des périodes d'englacement et de déglacement.

Il est vrai que les bons réseaux de transport surmontent les obstacles climatiques (exception faite de la glace), mais le climat canadien actuel impose incontestablement des coûts élevés dans le secteur des transports. Les avantages offerts par le climat ne compensent qu'une toute petite partie de ces coûts : réduction du coût du transport des marchandises dans le Nord grâce à l'utilisation des «pistes de glace»; diminution, pendant les longues périodes de températures sous 0 ^{0}C, des dommages causés à la chaussée, aux autos et autres par l'alternance du gel et du dégel; et variations saisonnières du temps pour l'aviation. Il reste qu'au Canada le climat a une certaine influence sur le secteur des transports et que ses aspects négatifs sont les plus importants.

Il n'est donc pas surprenant de constater que, d'après les quelques études effectuées, les conséquences du réchauffement sur le secteur canadien des transports seront, dans l'ensemble, avantageuses. Par exemple, la société Marine Atlantique (société d'État qui fournit les services de traversier dans les Maritimes) verrait diminuer ses dépenses en capital et ses coûts d'exploitation. Pour ce qui est des Grands Lacs cependant, on a avancé que la prolongation de la période de navigation qui passerait de huit mois et demi à onze mois (en raison de la réduction de la couche de glace sur le lac Érié) serait contrebalancée par la plus grande fréquence de faibles débits, dans les canaux qui relient les Grands Lacs, limitant ainsi la charge maximale des navires.

L'élévation du niveau de la mer pourrait aussi avoir des conséquences négatives sur les chaussées, les ponts et les routes. Les auteurs d'une étude effectuée dans les Maritimes estiment que les travaux de modernisation de ces infrastructures coûteraient plus d'un milliard de dollars au prix actuel. Il faut préciser cependant que l'étude examinait les conséquences d'une élévation du niveau de la mer pouvant aller jusqu'à un mètre, laquelle mettra probablement un siècle ou plus à se produire. Avec de tels délais, il est probable que la plupart des structures touchées devraient de toute façon être remplacées ou subir des rénovations importantes;

il devrait donc être relativement facile de planifier ces travaux en tenant compte de l'élévation prévue du niveau de la mer.

Plus généralement, les études préliminaires portant sur les transports routiers ont souligné que les coûts liés à l'enlèvement de la neige et à l'entretien hivernal diminueraient probablement de façon considérable dans les régions peuplées du sud du Canada. L'hypothèse voulant que l'écoumène canadien, la zone peuplée continue, s'élargisse considérablement en raison du réchauffement ne semble pas valable. Il est beaucoup plus probable que les principales conséquences du réchauffement du globe sur les réseaux de transport et la mobilité des personnes se feront sentir là où la population se concentre déjà, en particulier dans les grandes villes habituées aux grosses tempêtes de neige et à un long hiver.

Que l'on envisage les conséquences du réchauffement du globe sous l'angle d'une politique des transports nationale, ou sous celui des activités ponctuelles liées aux transports (p. ex., déneigement), il semble qu'on puisse les considérer au pire comme un problème minime qui pourra être facilement résolu au cours des prochaines décennies et, au mieux, comme un changement souhaitable.

Les organismes d'exploitation et de réglementation doivent jouer un rôle essentiel pour amener la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Or, le secteur des transports risque de ne pas être convaincu de la nécessité de cette réduction. De façon semblable, les solutions élaborées pour répondre aux besoins énergétiques du Canada et qui seraient les plus économiques et les plus rentables sur le plan des ressources pourraient bien s'opposer aux efforts destinés à réduire le réchauffement planétaire. On continue d'examiner ces questions à l'heure actuelle.

9. GLACE DE MER : RECHERCHE FONDAMENTALE NÉCESSAIRE

Selon le rapport, il est clair que les caractéristiques actuelles et la distribution future de la glace de mer dans l'Atlantique et l'Arctique sont pour notre pays les questions essentielles dont il doit se préoccuper. Actuellement, la glace constitue une véritable barrière qui protège la souveraineté du Canada dans le Nord. En hiver, le manteau glaciel s'étend au sud autour de la majeure partie de Terre-Neuve et dans le golfe du Saint-Laurent et empêche le transport, le développement des ressources ainsi que l'établissement de nouveaux lieux habités. À cause de la glace, l'utilisation du passage du Nord-Ouest comme voie de navigation commerciale reste aussi illusoire maintenant qu'à l'époque d'Henry Hudson au XVII^{e} siècle. La période de six à neuf mois que dure l'hiver dans le Nord - terres couvertes de neige et océan recouvert de glace - constitue un facteur déterminant du climat canadien et continental.

Pourtant, on possède très peu de connaissances au sujet de cette composante essentielle de l'environnement canadien. En général, il semble que l'on connaisse beaucoup mieux la glace d'eau douce, c.-à-d. les calottes de glace et les glaciers, que la glace de mer et les icebergs (qui proviennent de sources terrestres). Au cours des dernières décennies, les satellites, les radars

aéroportés et l'utilisation de sous-marins ont permis de recueillir un plus grand nombre de données, bien que l'on n'utilise pas encore pleinement toutes ces techniques. En outre, d'un point de vue socio-économique, le réchauffement considérable susceptible de se produire sous les hautes latitudes au cours des prochaines décennies rend encore plus manifeste la nécessité de connaître les caractéristiques et le comportement de la glace.

Trois exemples illustrent cette nécessité.

- L'hypothèse voulant que la fonte de la glace de mer dépendrait de fortes augmentations de température prévues sous les hautes latitudes semble un cercle vicieux; en effet, les modèles de la circulation globale prévoient le réchauffement principalement parce qu'ils partent eux-mêmes d'une diminution considérable du glaciel. Cependant, le Groupe de travail I du GIEC a observé que les modèles ne simulent pas bien les caractéristiques de la glace de mer et «qu'il n'est pas possible, en se fondant sur les simulations actuelles, de faire des prévisions quantitatives fiables quant aux modifications de l'étendue et de la profondeur de la glace de mer[7].» Il s'agit-là d'une lacune des MCG (comme dans le cas de la dynamique des nuages et des océans) à laquelle il faut remédier par une meilleure compréhension des conditions qui existent actuellement.

- On a avancé l'hypothèse que le réchauffement sous les hautes latitudes nordiques entraînera l'augmentation des précipitations tombant sur le Groenland et sur d'autres calottes glaciaires. Cette situation entraînerait à son tour l'augmentation du nombre d'icebergs et nuirait à l'exploitation pétrolière en mer et à d'autres activités plus au sud. Or, les connaissances qu'on possède sur le nombre d'icebergs et leur comportement ne semblent pas corroborer cette hypothèse qui, d'ailleurs, ne tient pas compte du temps de réponse des grandes calottes glaciaires, de l'ordre de centaines ou de milliers d'années. Les recherches sur la question, bien qu'elles soient de haute qualité, sont peu nombreuses. (Il semble que le dénombrement le plus complet des icebergs de la baie de Baffin remonte aussi loin que 1949.)

- On a affirmé que la distribution de la glace est un fort «indicateur de variation climatique», c.-à-d. qu'elle est susceptible d'avoir des réactions perceptibles à des changements mêmes minimes. Cette relation pourrait constituer une donnée valable permettant de montrer qu'un changement climatique mesurable, dû au réchauffement du globe, est en train de se produire. Sur le plan économique, Mysak et ses collaborateurs font remarquer que :

  [...] la lisière des glaces est une zone de forte productivité biologique qui a permis le développement de nombreux types de pêche importants (p. ex., morue, saumon, capelan et sébaste). Il est donc clair que d'importantes variations de la limite des glaces auront de sérieuses conséquences sur la survie et l'emplacement de ces types de pêche[8] [...]

On propose donc que le Canada prenne l'initiative pour élaborer un programme de recherche sur la glace de mer qui utiliserait diverses techniques de mesure (satellite, dispositifs aéroportés ou de surface) dans le cadre d'un plan international et interdisciplinaire coordonné.

10. RÉPERCUSSIONS RÉGIONALES

La plupart des études prospectives entreprises jusqu'à maintenant se sont concentrées sur les conséquences possibles du réchauffement du globe sur un secteur particulier, habituellement dans une région bien déterminée (p. ex., l'agriculture dans les Prairies). Cependant, du point de vue d'une politique générale, il peut être plus important de connaître l'ensemble des conséquences du réchauffement sur une province ou région assimilée plutôt que les répercussions sur des secteurs particuliers de l'économie.

Bien que ce soit précisément à l'égard des régions particulières qu'il existe le plus d'incertitudes concernant l'avenir du climat, il est tout de même possible de dégager en ce domaine certains principes généraux. Comme nous l'avons mentionné plus haut, étant donné que les changements se feront graduellement, il est probable que la société s'adaptera sans que le gouvernement ait à intervenir ou à établir des politiques particulières. Il est probable aussi que les régions qui souffriront le moins de ces changements seront celles dont l'économie est très diversifiée et de nature «post-industrielle»; inversement, il est probable que les régions ou les collectivités les plus vulnérables seront celles dont l'économie est liée à des ressources ou a des activités particulières directement touchées par le changement climatique. Entre autres conséquences, le réchauffement modifiera probablement les climats régionaux du Canada et les fera ressembler à ceux qui existent déjà plus au sud. Ces derniers peuvent donc déjà permettre de déterminer quelles mesures prendre pour s'adapter à l'avenir.

Les auteurs du rapport principal examinent ces principes et comparent des régions relativement stables, comme le sud de l'Ontario et du Québec, avec des régions plus fragiles comme les Territoires du Nord-Ouest ou Terre-Neuve. Étant donné les conséquences éventuelles du changement climatique sur des secteurs essentiels de l'économie terre-neuvienne (notamment ldes pêches, l'exploitation pétrolière en mer, les forêts et l'hydroélectricité), les auteurs affirment que le changement climatique pourrait influer tout autant sur l'avenir de la province que son entrée dans la Confédération canadienne ou que tout autre événement important de son histoire. Dans la même veine, ils affirment qu'une augmentation, même modeste, de l'immigration dans les Territoires du Nord-Ouest (p. ex., si le changement climatique y offrait de meilleures possibilités de tourisme et loisirs) pourrait modifier incontestablement l'équilibre démographique de la région. Cette situation pourrait à son tour affaiblir le système de valeurs et l'idéologie politique des autochtones, lesquels forment à l'heure actuelle la majorité de la population.

11. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Comme nous l'avons mentionné au début, étant donné le grand nombre d'incertitudes inhérentes aux études prospectives menées jusqu'à maintenant, il serait prématuré et même injustifiable dans la plupart des cas d'élaborer une politique générale et des mesures nécessaires pour faire face au changement climatique, sauf pour le secteur forestier et les grands travaux (ouvrages d'une durée de vie de plusieurs décennies). Néanmoins, les études montrent clairement dans quelles directions devraient se poursuivre les recherches destinées à établir cette politique. Les recommandations qui suivent supposent le maintien de la structure internationale et intergouvernementale actuelle liée aux questions du réchauffement mondial.

Recommandations générales :

1. Au cours de la prochaine décennie, les recherches menées sur le changement climatique et fondées sur les modèles du climat mondial devraient suivre les recommandations du rapport du Groupe de travail I du GIEC. Les recherches devraient se concentrer sur les «modèles à haute résolution» (tels que celui du Canada); sur l'amélioration des simulations quant aux caractéristiques des nuages, de la dynamique des océans et des glaces; et sur des initiatives pouvant combler les lacunes qui existent dans certains domaines.

2. Il conviendrait d'effectuer un réexamen critique du grand nombre (plus de 50) d'études prospectives menées au Canada au cours des années 80 qui pourraient servir de base à celles des années 90. L'objectif principal de l'examen devrait être de réévaluer les conséquences prévues en utilisant les dernières prévisions sur l'importance du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer.

3. Le Canada devrait examiner l'état des recherches sur les glaces de mer, au niveau national et international, et en particulier celles liées au Programme sur la transformation du globe. En outre, il devrait envisager de créer un programme de recherche et de surveillance de la glace de mer qui fournirait les données nécessaires aux recherches sur les caractéristiques et les conséquences du réchauffement du globe. Le programme devrait être fondé sur les besoins socio-économiques et politiques ainsi que sur l'état des connaissances scientifiques de base dans le domaine.

4. Dans le cas où le Canada s'engagerait à restreindre ou à réduire les émissions de gaz à effet de serre, en vertu d'un vaste accord international ou seul, il conviendrait de créer un mécanisme garantissant le respect de cet engagement ainsi que le traitement équitable des divers secteurs de l'économie et des régions géographiques. Les tables rondes sur l'économie et l'environnement au niveau national, provincial et territorial pourraient fournir ce mécanisme. Les efforts menés pour atténuer les conséquences du réchauffement du globe ne devraient pas entraîner la division au Canada; signalons toutefois que ce risque existe.

Agriculture :

5. L'Examen de la politique agro-alimentaire en cours devrait tenir compte de façon plus explicite des conséquences du réchauffement du globe et, en particulier, du changement climatique. Cet Examen doit surtout permettre de mieux préciser la superficie du sol qui pourrait être nécessaire à l'agriculture canadienne, car cette région pourrait être étroitement liée au changement climatique et à ses répercussions.

Forêts :

6. Il conviendrait d'effectuer une étude détaillée des conséquences éventuelles du changement climatique sur les feux dans la forêt boréale et sur les méthodes permettant de les combattre ou d'en réduire les risques dans les régions éloignées.

Pêches :

7. Depuis peu, les recherches et la gestion en matière de pêche tendent à intégrer les pêches et l'océanographie, et plus généralement à créer une méthode écosystémique. En raison des conséquences éventuelles du changement climatique sur les pêches, en particulier dans le nord-ouest de l'Atlantique, il convient de poursuivre instamment dans cette voie.

Souveraineté :

8. Il est nécessaire d'examiner les aspects légaux, administratifs, environnementaux et autres liés à l'accès saisonnier du passage du Nord-Ouest à la navigation commerciale. Il faudrait aussi établir des systèmes de surveillance fondés sur l'hypothèse qu'il y aura, au cours des prochaines décennies, un recul progressif de la glace de mer.

Énergie :

9. Il conviendrait d'élaborer en priorité un plan de contrôle des émissions de gaz à effet de serre sur lesquelles on peut agir, afin qu'elles ne dépassent pas leur niveau actuel au début du siècle prochain.

Transports :

10. Il conviendrait d'entreprendre une étude des conséquences éventuelles du changement climatique sur les réseaux de transport des régions canadiennes les plus peuplées et sur les activités connexes comme l'enlèvement de la neige.

Régions :

11. Il conviendrait d'encourager les gouvernements provinciaux et territoriaux à effectuer des études des implications politiques du réchauffement planétaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. Williams, G.D.V. et al. Évaluation des effets du changement climatique sur l'agriculture en Saskatchewan, Canada. Service de l'environnement atmosphérique, Sommaire du changement climatique, SCC 88-06, 1988, 7 p.

2. Stewart, R.B. Climate change - Implications for Agricultural Productivity on the Canadian Prairies, p. 409-419. Dans Preparing for Climate Change, Proceedings of the First North American Conference on Preparing for Climate Change, Government Institutes, Inc. Rockville, Md, 1988, 414 p.

3. Yuen, K.B. Sea-Level Rise: Canadian Concerns and Strategies, p. 457-468. Dans Titus, J.G., éd. Changing Climate and the Coast, vol. 2: Western Africa, The Mediterranean Basin and the Rest of Europe. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 1990.

4. McBean, G.A. et al. Review of Models for Climate Change and Impacts on Hydrology Coastal Current and Fisheries in British Columbia. (non publié)

5. Hampson, F. La paix, la sécurité et les nouvelles formes du gouvernement, chap. 15. Dans Mungall C. et D.J. McClaren, éd. La terre en péril Presses de l'Université d'Ottawa, pour la Société royale du Canada, Ottawa, 1990.

6. Énergie, Mines et Ressources Canada. La consommation d'énergie et le changement atmosphérique : document de travail, Ottawa, août 1990.

7. IPCC (GIEC) Groupe de travail I. Rapport provisoire : Aspects scientifiques du changement climatique, chap. 5, section 5.2.2.4.

8. Mysak, L.A. et D.K. Manak. Arctic Sea-Ice Extent and Anomalies, 1953-1984. Dans ATMOSPHERE-OCEAN, vol. 27-2, 1989, p. 376-405.